

## SCHLUSSBERICHT ZU DEM FORSCHUNGSVORHABEN:

"Motorgetriebenes Freizeit-Mobil für Straße, Schnee und Wasser"

Projektleiter: Prof. Dr. Peter Kuchar, Fachhochschule Konstanz

Gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung  
FKZ: 170 93 01

## Inhaltsverzeichnis

<b>I. Eine kurze Darstellung zu:</b>	<b>4</b>
1. Aufgabenstellung.	4
2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde.	4
3. Planung und Ablauf des Vorhabens.	4
4. Angabe bekannter Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte, die für die Durchführung des Projektes benutzt wurden.	13
5. Angabe der verwendeten Fachliteratur sowie der benutzten Informations- und Dokumentationsdienste.	15
6. Zusammenarbeit mit anderen Stellen.	15
<b>II. Eingehende Darstellung</b>	<b>16</b>
1. Des erzielten Ergebnisses.	16
2. Voraussichtlicher Nutzen, Verwertbarkeit des Ergebnisses und der Erfahrungen	20
3. Während der Durchführung des Vorhabens dem Zuwendungsempfänger bekanntgewordener Fortschritt auf dem Gebiet bei anderen Stellen.	20
4. Die erfolgten und geplanten Publikationen des Ergebnisses.	20
5. Unternehmen und andere Stellen mit denen eine Kooperation stattgefunden hat.	20
6. In das Projekt eingeflossene Drittmittel.	21
7. Inwieweit das Projekt zur Verbesserung der Drittmittelfähigkeit beiträgt.	21
8. Verbesserungen welche für das Fördervorhaben vorgeschlagen werden.	21

## Bildverzeichnis

Bild 1 – CAD Darstellung der Hauptantriebswelle für die Wintersportversion	5
Bild 2 – CAD Darstellung der Antriebseinheiten für die Wintersportversion	5
Bild 3 – CAD Darstellung des Doppelbremssystems mit gesonderten Bremszylindern für die beiden Lenkrichtungen.	5
Bild 4 – Hauptantriebswelle mit Rollenkette	6
Bild 5 – Antriebseinheit links	6
Bild 6 – Antriebssystem	7
Bild 7 – CAD Darstellung des verstellbaren Kufensystems – erste Version	7
Bild 8 – Höhenverstellbares Kufensystem.	8
Bild 9 – Erste Probefahrten auf Kartonunterlagen	8
Bild 10 - CAD Darstellung des Einzelabstützungssystems – Version zwei	9
Bild 11 - Abstimmung der Dämpfercharakteristik auf Gelände und Belastung	9
Bild 12 – Erste Probefahrten im Schnee	10
Bild 13 – Platzbedarf des Umbausatzes für die Wintersportversion	11
Bild 14 – Platzbedarf für den Umbausatz der Wassersportversion	11
Bild 15 – Erste Versuche mit der Wassersportversion	12
Bild 16 – Aluminiumrahmen mit Saugnäpfen	12
Bild 17 – Strassenversion des Freizeit-Mobils	16
Bild 18 – Seitenansicht links in Fahrtrichtung	16
Bild 19 – Heckansicht	17
Bild 20 – Erste Versuchsfahrten mit dem Prototyp	17
Bild 21 - Leistungsversuche	18
Bild 22 – Seitenansicht in Fahrtrichtung rechts der Wintersportversion	18
Bild 23 – Seitenansicht links in Fahrtrichtung der Wintersportversion	18
Bild 24 – Heckansicht der Wintersportversion	19
Bild 25 – Hänger mit Umbausatz für die Wassersportversion und oder Wintersportversion	19
Bild 26 – Versuche mit der Wassersportversion	19
Bild 27 – Versuche mit der zugelassenen Wassersportversion	20

## **I. Eine kurze Darstellung zu:**

### **1. Aufgabenstellung.**

Im Rahmen des vorliegenden Forschungsvorhabens ist ein Freizeitmobil für den Strassenbetrieb nebst zweier Umbausätze für den Betrieb in verschneitem Gelände als auch in Gewässern entwickelt worden.

### **2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde.**

Damit in der Zeitspanne September 2001 bis März 2003 die erforderlichen Komponenten entwickelt werden konnten ist ein Vertrag mit der Fa. Eberhard Brunn Beratungen abgeschlossen worden. Die o.g. Fa. hat einen Versuchsträger zur Verfügung gestellt und so konnte im Herbst 2001 mit der Entwicklung des Umbausatzes für den Winterbetrieb begonnen werden, parallel zu dieser Tätigkeit ist an dem Versuchsträger für den Strassenbetrieb gearbeitet worden und die Voruntersuchungen für den Betrieb in Gewässern ebenfalls eingeleitet worden. Auf diese Weise sollte die Wetterabhängigkeit des Vorhabens etwas abgefedert werden.

### **3. Planung und Ablauf des Vorhabens.**

Untenstehend ist die ursprüngliche Planung des Vorhabens wiedergegeben. Diese Planung konnte wetterbedingt leider nicht eingehalten werden, wie im Zwischenbericht dargestellt.

## **A. Wintersportversion**

1 Entwicklung einer Differentialsperre in Ausführung als Mehrscheibensinuslamellenkupplung über die Vorderachse des Kettenantriebes. (***Zeitspanne: 01.09.2001-31.10.2001***)

1.1 Untersuchung einer hydraulischen Lösung zur Steuerung der Kupplung.

1.2 Untersuchung einer elektrischen Lösung zur Steuerung der Kupplung.

**Meilenstein 1:** Entscheidung über Variante 1.1 oder 1.2 bis 01.11.2001 und Bestellung der Komponenten, Beauftragung der FH-Werkstatt mit der Fertigung der Einzelteile.

(Antriebswellen und Lageraufnahmestellen).

(***Zeitpunkt: 01.11.2001***)

2 Auslegung des linken und rechten Kettenantriebes.

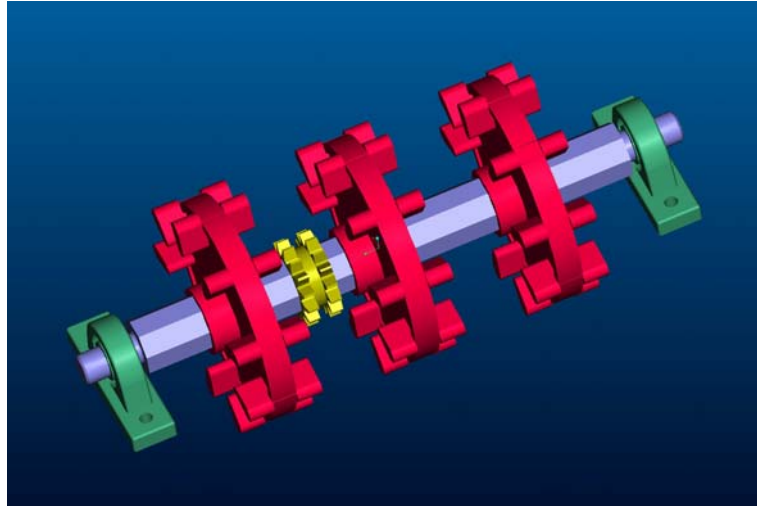
(***Zeitspanne: 01.09.2001-15.11.2001***)

2.1 Überprüfung der Breite der Antriebsketten, Zugfestigkeit und Flächenpressung unter der Auflagefläche;

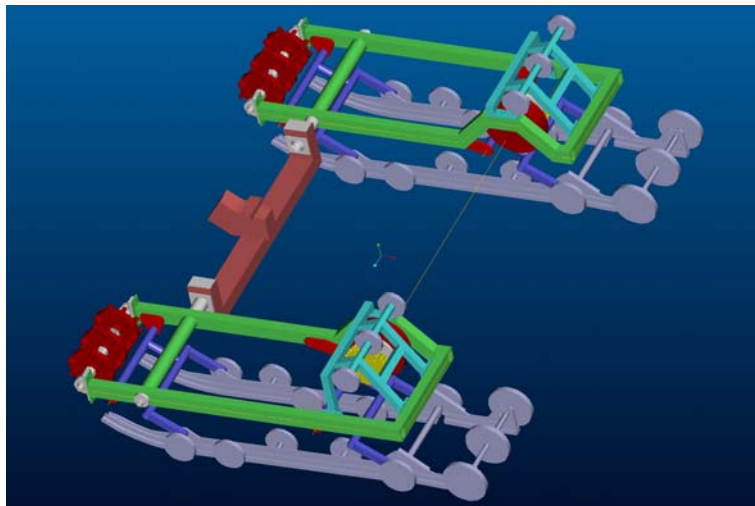
2.2 Berechnung der Flächenpressung unter den Stützrollen und den Gleitschienen.

Entwicklung eines Kettensteuerungssystems mit Hilfe einer Zweikreisbremsanlage für den linken und rechten Kettenantrieb sowie einer automatischen

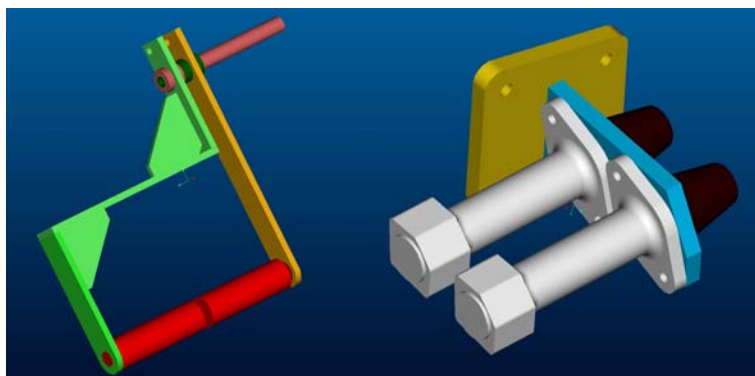
Kupplungslösevorrichtung für die Differentialsperre.



**Bild 1 – CAD Darstellung der Hauptantriebswelle für die Wintersportversion**



**Bild 2 – CAD Darstellung der Antriebseinheiten für die Wintersportversion**



**Bild 3 – CAD Darstellung des Doppelbremssystems mit gesonderten Bremszylindern für die beiden Lenkrichtungen.**

**Meilenstein 2:** Beauftragung der Kettenantriebe, Stützrollen und Gleitschienen.  
(Zeitpunkt: 15.11.2001)

3 Anbausystem an den Versuchsträger bestehend aus folgenden Baugruppen:  
(Zeitspanne: 01.11.2001-01.12.2001)

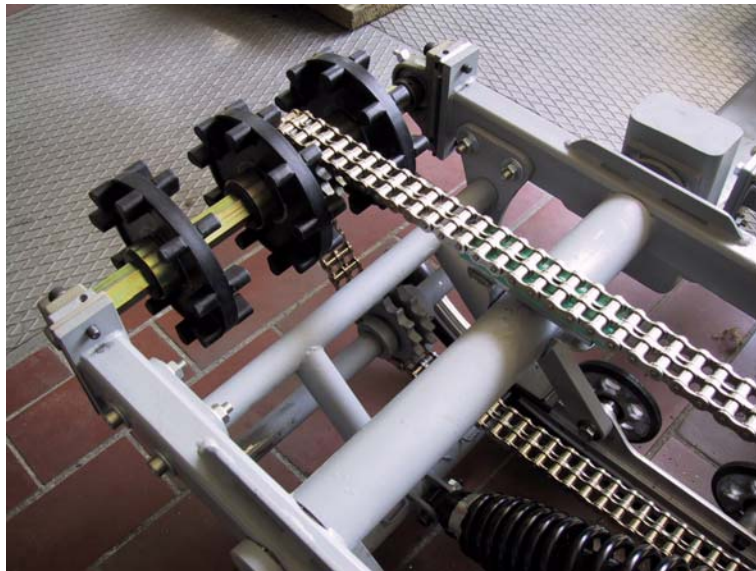
- 3.1 Flanschsystem für die Aufnahme des Kettenantriebes;
- 3.2 Abstützung der Vorderachse des Kettenantriebes;
- 3.3 Pedallerie des Bremssystems;
- 3.4 Steuerungssystem für die Differentialsperre.

**Meilenstein 3:** Übergabe der Zeichnungen an die Werkstatt der FH-Konstanz.  
(Zeitpunkt: 01.12.2001)

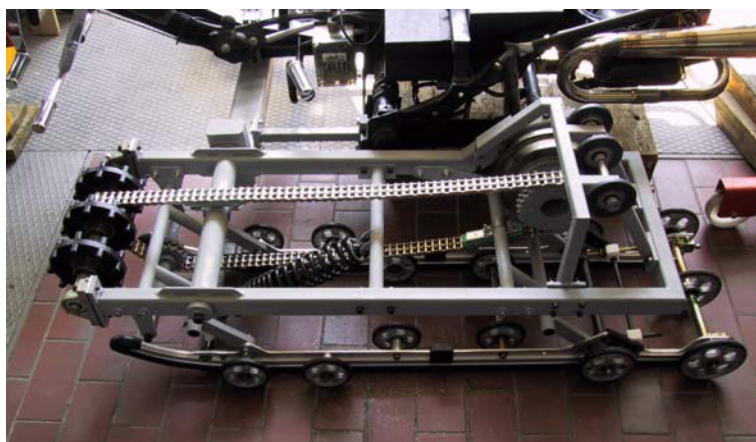
4 Entwicklung von GFK-Matzritzen und Herstellung von Prototypteilen.  
(Zeitspanne 01.09.2001-15.12.2001)

- 4.1 Entwicklung eines Modells für das Schutzsystem der Antriebsketten.
- 4.2 Fertigung der Kettenschützer links und rechts.

**Meilenstein 4:** Fertigstellung der Teile für den Prototyp.  
(Zeitpunkt: 15.12.2001)



**Bild 4 – Hauptantriebswelle mit Rollenkette**



**Bild 5 – Antriebseinheit links**



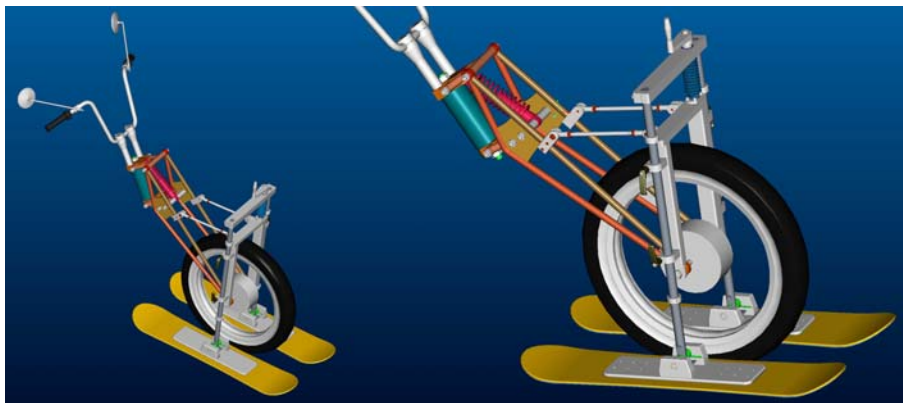
**Bild 6 – Antriebssystem**

## 5 Entwicklung des Kufensystems.

**(Zeitspanne:01.09.2001-20.11.2001)**

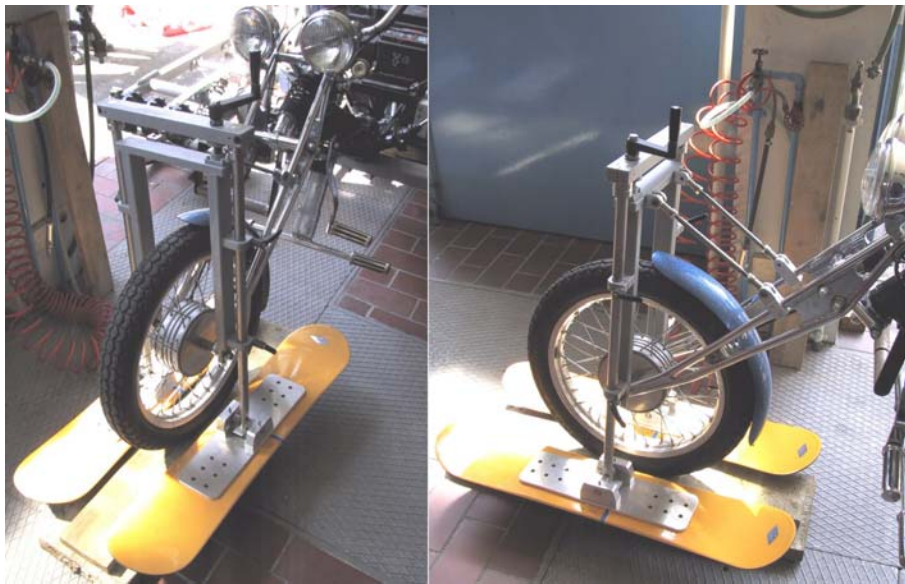
5.1 Höhenverstellbare Vorderkufen mit Befestigungssystem an der Vordergabel und Vorderradachse

5.2 Kufen als Abschlepphilfssystem unter den Kettenantrieben mit Befestigungssystem.



**Bild 7 – CAD Darstellung des verstellbaren Kufensystems – erste Version**





**Bild 8 – Höhenverstellbares Kufensystem.**

**Meilenstein 5:** Anbau der unter Punkt 1 bis 5 entwickelten Baugruppen und Trockenprobeläufe an der FH-Konstanz.

*(Zeitpunkt: 15.12.2001 )*

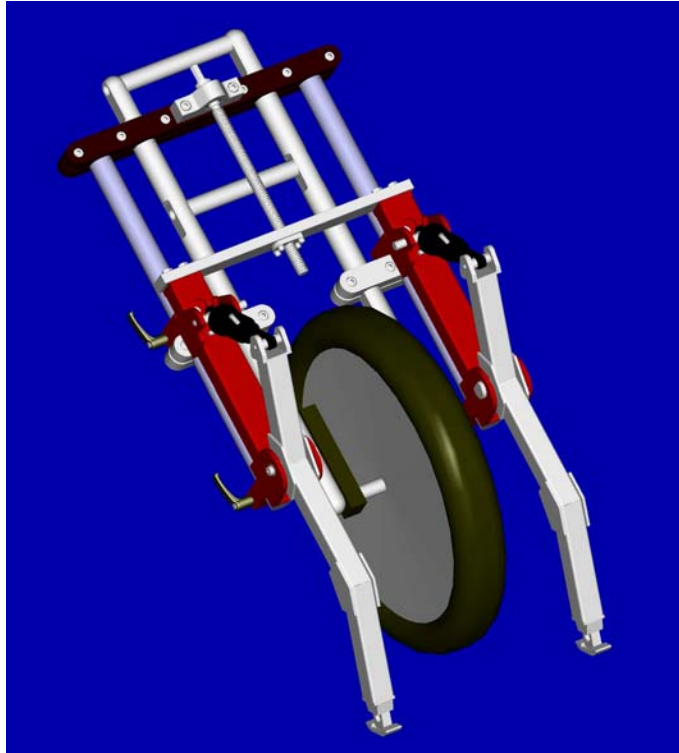
Die geplanten Trockenläufe konnten erst im April 2002 durchgeführt werden.



**Bild 9 – Erste Probefahrten auf Kartonunterlagen**

Die ersten Versuchsfahrten haben gezeigt, dass eine gesonderte Federung der beiden vorderen Abstützungsski von Vorteil in verschneitem Gelände ist. In Bild 2 ist die entsprechende Konstruktion des Einzelabstützungssystems dargestellt.





**Bild 10 - CAD Darstellung des Einzelabstützungssystems – Version zwei**

Die umgesetzte Konstruktion erlaubt es eine dem Gelände angepasste Dämpfercharakteristik einzustellen. In Bild 3 ist der Anpassungsvorgang dargestellt.



**Bild 11 - Abstimmung der Dämpfercharakteristik auf Gelände und Belastung**

6 Test- und Probefahrten in der **Zeitspanne 20.12.2001-28.02.2002** je nach Wetterlage. Die Testfahrten konnten wetterbedingt dann erst im Februar des Jahres 2003 durchgeführt werden. Zwischenzeitlich ist an der Wassersportversion und dem Hänger gearbeitet worden.



**Bild 12 – Erste Probefahrten im Schnee**

- 7 Auswertung der Meßergebnisse und Optimierung der Baugruppen.  
*(Zeitspanne: 01.03.2002-15.04.2001)*

Auch dieser Punkt ist in die Laufzeitverlängerung Zeitspanne 01.03.2003-30.05.2003 verschoben worden.

**Meilenstein 6:** Dokumentation der Wintersportversion in der Version nach den Probefahrten.  
**Zeitpunkt korrigiert: 30.05.2003**

## **B. Wassersportversion**

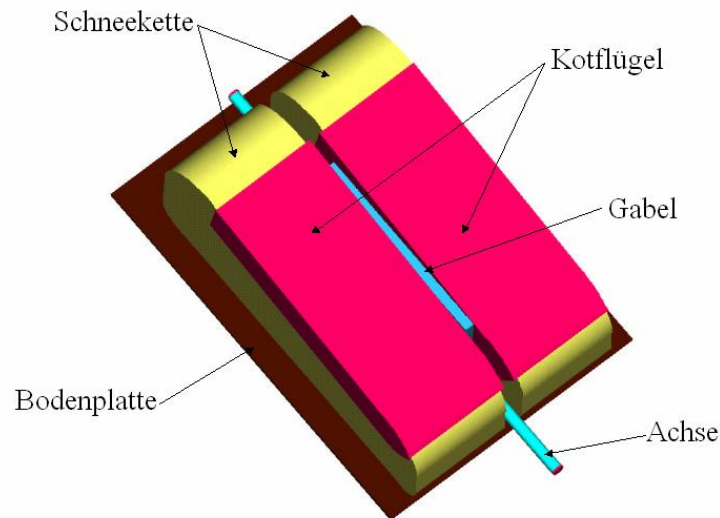
- 1 Vergleichende Betrachtung der Wasserantriebskonzepte: Verdränger- bzw. Gleiter.  
*(Zeitspanne 01.09.2001-31.12.2001)*

**Meilenstein 1:** Entscheidung für das zu entwickelnde Antriebskonzept.  
*(Zeitpunkt: 31.12.2001)*

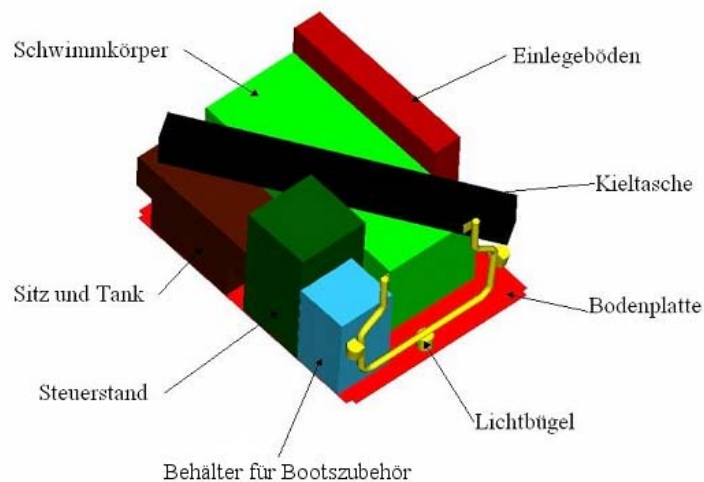
- 2 Entwicklung eines Modells zur Herstellung der GFK-Anbauteile als Wasserkontaktfläche. *(Zeitspanne 01.01.2002-31.05.2002)*

- 2.1 Berechnung der erforderlichen Auflagefläche;
- 2.2 Auslegung des Wasserantriebs;
- 2.3 Erstellung des Modells;
- 2.4 Erstellung der GFK-Einzelteile;
- 2.5 Entwicklung eines Rohrrahmens zur Aufnahme des Antriebssystems und der Steuerung.

- 3 Entwicklung eines gebremsten Hängers für den Transport der Umbaukomponenten.  
*(Zeitspanne 15.03.2002-30.06.2002)*



**Bild 13 – Platzbedarf des Umbausatzes für die Wintersportversion**



**Bild 14 – Platzbedarf für den Umbausatz der Wassersportversion**

4 Entwicklung einer mobilen Hebevorrichtung für den Umbau.

*(Zeitspanne 15.03.2002-31.05.2002)*

**Meilenstein 2:** Freigabe der Bauteile zur Fertigung und Zukauf der Antriebskomponenten.

*(Zeitpunkt: 30.06.2002)*

5 Montage der Wassersportversion und Optimierung des Umbausystems.

*(Zeitspanne 15.07.2002-31.07.2002)*

6 Probe und Testfahrten der Wassersportversion.

*(Zeitspanne 01.08.2002-31.08.2002)*

Bedingt durch Fragen der Zulassung für den Bodensee musste das ursprüngliche Konzept verlassen werden und auf einen bodenseezulassungsfähigen Motor ausgewichen werden. Aus diesem Grund sind die ersten Probefahrten erst im Oktober 2002 durchgeführt worden.



**Bild 15 – Erste Versuche mit der Wassersportversion**



**Bild 16 – Aluminiumrahmen mit Saugnäpfen**

Bei der Wassersportversion wird die GFK-Sitzschale auf einen Aluminiumrahmen abgestützt und mit Hilfe von Saugnäpfen am Bootsboden befestigt.

### **C. Optimierung und Dokumentation für eine Kleinserienfertigung.**

Bedingt durch die oben aufgeführten wetter- und zulassungsbedingten Verspätungen musste eine kostenneutrale Laufzeitverlängerung bis zum 31.05.2003 beantragt werden.

Die unter Kapitel A und B entwickelten gebauten und erprobten Komponenten und Baugruppen sind unter den Bedingungen einer Prototypenfertigung (Einzelfertigung) entstanden und getestet worden. In Kapitel C geht es nun darum die Erkenntnisse aus den Probeläufen in eine kleinserientaugliche Dokumentation umzusetzen damit das Gesamtprojekt von einem der interessierten Kooperationspartner (DIAMANT Fahrradwerke GmbH, Brunn Autoland und A & M Trike) wirtschaftlich umgesetzt werden kann.

Abschliessende Versuchsfahrten mit der optimierten Wassersportversion 15.05.2003

Es sind folgende Arbeitsschritte abzuarbeiten:

1 Festlegung eines Zeichnungsnummern- und Stücklistensystems, welches mit dem EDV-System des zukünftigen Herstellers kompatibel ist.  
(Zeitspanne 31.10.2002-15.11.2002)

**Meilenstein 1:** Festlegung des Konzeptes.  
(Zeitpunkt: 15.11.2002)

2 Einarbeitung der Erkenntnisse aus den Test- und Probeläufen in die ProE-Dateien.  
(Zeitspanne 15.11.2002-15.12.2002)

**Meilenstein 2:** Endgültige Festlegung der Baugruppen.  
(Zeitpunkt: 15.12.2002)

3 Erstellung der fertigungsgerechten Unterlagen und Stücklisten und Anlegung eines Satzes EDV-Datenträgern sowie von Ordnern für die Kleinserienfertigung.  
(Zeitspanne 15.12.2002-15.02.2003)

**Meilenstein 3:** Zusammenstellung der Fertigungsunterlagen  
(Zeitpunkt 15.02.2003) Realisiert zum 31.05.2003

4 Erstellung des Abschlußberichtes und Darstellung der technischen und wirtschaftlichen Umsetzungsfähigkeit des Gesamtprojektes  
(Zeitspanne 15.02.2003-28.02.2003) Realisiert zum 30.11.2003

**4. Angabe bekannter Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte, die für die Durchführung des Projektes benutzt wurden.**

Für die Durchführung des Projektes standen Produktinformationen der unten aufgeführten Hersteller von 3-Radfahrzeugen zur Verfügung:

1. **ALPHATRIKES Scheeßel**  
Inh. Dipl. Ing. (FH) Rolf F. Szczesinski  
Neue Str. 15  
21255 Königsmoor
2. **A & M Trikes**  
Heustraße 2  
88518 Herbertingen  
Telefon  
Fax 07586/10 80  
07586/51 20
3. **BOOM TRIKES**  
Fahrzeugbau GmbH  
Bächinger Straße 7  
89567 Sontheim OT Brenz  
Tel.: 0 73 25/96 11-0  
Fax: 0 73 25/96 11-13
4. **CCS Speciality Cars GmbH**  
Herschenhofen 8  
85411 Hohenkammer  
Tel. +49 (8137) 57 00 - Fax: 20 77
5. **CMC Spezialmotorräder**  
Im Brühl 2  
74405 Gaildorf-Unterrot



Tel 07971/57 66

Fax 07971/74 48

**6. Devil's Trike Station**

Cuxhavener Chaussee 9

27472 Cuxhaven

Tel.: 04722-912213

**7. DIDI Trike**

Sonderfahrzeugbau für Schwerbehinderte

Melkweg 1

47495 Rheinberg

Tel/Fax: 02843 162910

**8. KBM Trikes**

TEL: 0049 6821-244-10

FAX:0049 6821 -278-38

**9. Mikado-Trike**

Im Steinige 4, 89173 Luizhausen

Tel.: (0 73 36) 92 07 27, Fax: 92 07 30

**10. Remigius Müssig**

Frunsbergstraße 20

87727 Babenhausen/Unterallgäu

Fax 08333/39 39

**11. Rewaco**

Spezialfahrzeuge GmbH

Schlosser Strasse 24

D-51789 Lindlar

Tel.:00492266470314

Fax.:00492266470318

**12. Scooter-Trike GmbH**

Auf der Höhe 20

D-73529 Schwäbisch Gmünd

Tel.: 07171 - 69434

Fax: 07171 – 49245

**13. Trike Scheune**

Oberdorf 2

36251 Bad Hersfeld

Telefon + Fax: +49 06621/912913

**14. TRIKEtec GmbH**

Gewerbepark Breisgau

Max-Immelmann Allee 525

79427 Eschbach

Tel.: 07634 55 26 30 Fax: 07634 55 26 31

**15. WS-Trikes**

Hochstraße 12a

72379 Hechingen

Telefon

Fax 07471/1 42 76

07471/1 24 04



## **5. Angabe der verwendeten Fachliteratur sowie der benutzten Informations- und Dokumentationsdienste.**

Für die Bearbeitung der konstruktiven Aufgaben ist auf die Bestände der Bibliothek der Fachhochschule Konstanz, das Berechnungsprogramm ME-Design und Algor als auch auf einschlägige Artikel über den Bau von Zweirad- und Dreiradkrafträder sowie den Bootsbau zurückgegriffen worden. Bei einer detaillierten Studie der Zulassungsvorschriften hat das Projektteam auf die tatkräftige Unterstützung der Mitarbeiter des TÜV-Singen zurückgreifen können. Hier ist es gelungen für die EU-Anforderungen der Strassenzulassung der elektrischen Anlage Lösungen zu finden, welche die Hersteller von Dreiradfahrzeugen noch nicht erarbeitet haben.

Eine ausgiebige Literatur-, Patent-, und Internetrecherche hat keine zusätzlichen Erkenntnisse geliefert.

## **6. Zusammenarbeit mit anderen Stellen.**

Das Forschungsvorhaben ist in enger Zusammenarbeit mit den Herrn Dipl.-Ing. Razvan Anca und Dipl.-Ing. Catalin Scafaru von unserer Partneruniversität TRANSILVANIA Brasov aus Rumänien bearbeitet worden, die Fa. Eberhard Brunn, Beratungen hat sich gemäß Kooperationsvertrag durch die Bereitstellung eines zweiten Versuchsträgers und die Bereitstellung einer Garage als auch eines Versuchsgeländes für die Wintersportversion beteiligt und dadurch hat es die Fa. Eberhard Brunn, Beratungen es erst ermöglicht, daß ein so umfangreiches Projekt in einem Zeitraum von nur 20 Monaten bewältigt werden kann.

## **II. Eingehende Darstellung**

### **1. Des erzielten Ergebnisses.**

Das erzielte Forschungsergebnis lässt sich in folgenden Bildern deutlich darstellen:

Die Strassenversion des entwickelten Freizeitmobils:



**Bild 17 – Strassenversion des Freizeit-Mobils**



**Bild 18 – Seitenansicht links in Fahrtrichtung**



**Bild 19 – Heckansicht**



**Bild 20 – Erste Versuchsfahrten mit dem Prototyp**

Das im Rahmen des Forschungsvorhabens entwickelte Dreiradfahrzeug entspricht den EU-Zulassungsvorschriften, insbesondere die elektrische Verriegelung der Handbremse als auch die Bedienung der Warnblinkanlage entspricht EU- Normen. Laut eigenen Recherchen entsprechen serienmäßig hergestellte Fahrzeuge dieser Art, diesen Normen noch nicht. In Bild 21 ist die Wintersportversion bei den ersten Versuchsfahrten in Wald, Österreich dargestellt.



**Bild 21 - Leistungsversuche**

In Bild 22 ist die Seitenansicht in Fahrtrichtung rechts der Wintersportversion dargestellt



**Bild 22 – Seitenansicht in Fahrtrichtung rechts der Wintersportversion**

In Bild 23 ist die Seitenansicht links in Fahrtrichtung der Wintersportversion dargestellt



**Bild 23 – Seitenansicht links in Fahrtrichtung der Wintersportversion**





**Bild 24 – Heckansicht der Wintersportversion**

Untenstehend ist das Gespann, bestehend aus der Straßenversion und dem Hänger für die Umbausätze dargestellt.



**Bild 25 – Hänger mit Umbausatz für die Wassersportversion und oder Wintersportversion**

Das umgebaute Wassersportgerät ist in Bild 26 bei der ersten Probe im Bodensee dargestellt



**Bild 26 – Versuche mit der Wassersportversion**

Die ersten Probefahrten zeigen Versuchsingenieur Strobel mit Prodekan Prof. Dr. Butsch bei Fahrten auf dem Obersee.



**Bild 27 – Versuche mit der zugelassenen Wassersportversion**

Erste Versuchsfahrten mit dem zugelassenen Wassersportgerät am Obersee.

## **2. Voraussichtlicher Nutzen, Verwertbarkeit des Ergebnisses und der Erfahrungen**

Nach der erfolgten Erprobung und den Zulassungen durch das Landratsamt Konstanz, Schifffahrtsamt Konstanz, für die Wassersportversion als auch durch den TÜV für die Straßenversion sind Gespräche mit dem führenden Hersteller von Dreiradfahrzeugen in Europa, der Fa. BOOM TRIKES Fahrzeugbau GmbH, Bächinger Straße 7 in 89567 Sontheim aufgenommen worden. Die Fa. BOOM TRIKES Fahrzeugbau GmbH zeigt Interesse sowohl an dem Umbausatz für den Winterbetrieb als auch an den EU-zulassungsfähigen Schaltplänen für die elektrische Verriegelung der Handbremse und der Bedienung der Warnblinkanlage.

## **3. Während der Durchführung des Vorhabens dem Zuwendungsempfänger bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet bei anderen Stellen.**

Über den gesamten Zeitraum des Vorhabens hat das Projektteam die Entwicklung der Branche verfolgt und konnte die Feststellung machen, dass zwar an der Motorisierung der Fahrzeuge durch modernere abgasärmere Motoren gearbeitet worden ist, dass jedoch keine Entwicklungen in die Zielrichtung des Forschungsvorhabens von anderer Seite betrieben worden sind.

## **4. Die erfolgten und geplanten Publikationen des Ergebnisses.**

Das Forschungsergebnis ist in der Zeitschrift „forum“, ISBN 1619-9812, veröffentlicht worden. Hier ist der Entwicklungsstand Februar 2003 dargestellt. In der Tageszeitung Südkurier vom 13.05.2002 ist ein Artikel mit dem Titel „Ein Fahrzeug für alle Elemente“ erschienen. Es sind weitere Vorträge und Publikationen in Planung.

## **5. Unternehmen und andere Stellen mit denen eine Kooperation stattgefunden hat.**

Mit folgenden Firmen und Institutionen hat das Projektteam im Bearbeitungszeitraum kooperiert:

1. Fa. Eberhard Brunn, Beratungen, Standort Bonn, Entfernung 520 km
2. Fa. Eberhard Brunn, Beratungen, Standort Wald, Österreich, Entfernung 130 km



3. Fa. A&M TRIKE, Standort, Herbertingen, Entfernung 58 km
4. TÜV-Singen, Standort Singen, Entfernung 34 km

**6. In das Projekt eingeflossene Drittmittel.**

In das Projekt sind keine Drittmittel eingeflossen.

**7. Inwieweit das Projekt zur Verbesserung der Drittmittelfähigkeit beiträgt.**

Wiederholte Vorträge z.B. auch anlässlich des „Maschinenbauertages“ an der Fachhochschule Konstanz hat den Mitgliedern des Projektes einen Entwicklungsauftrag für ein Industriereinigungsgerät eingebracht und mit weiteren Aufträgen rechnet das Projektteam nach Abschluss der Verhandlungen mit der BOOM TRIKES Fahrzeugbau GmbH.

**8. Verbesserungen welche für das Fördervorhaben vorgeschlagen werden.**

Bei der Bearbeitung des beschriebenen Vorhabens sind die größten Schwierigkeiten durch die Wetterabhängigkeit des Vorhabens entstanden. Eine flexiblere Zeit- und Kostenplanung mit Anpassung an das jeweilige Vorhaben wäre sicher wünschenswert. Die entwickelten Prototypen können in der Kürze der Zeit nicht wirklich serienreif gestaltet werden, dadurch wird eine Markteinführung meistens vereitelt.

Konstanz, den 26.11.2003

Prof. Dr.-Ing. Peter Kuchar